



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

RODOLFO DOS SANTOS DA SILVA

**A NEUROCIÊNCIA COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E
BIOLOGIA**

São Cristóvão, SE

2019

RODOLFO DOS SANTOS DA SILVA

**A NEUROCIÊNCIA COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS
E BIOLOGIA**

Monografia apresentada à disciplina Prática de Ensino de Ciências e Biologia II, do curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. José Ronaldo Dos Santos
Coorientador: Msc. Edson de Rezende Santos

São Cristóvão, SE

2019

RODOLFO DOS SANTOS DA SILVA

**A NEUROCIÊNCIA COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS
E BIOLOGIA**

Monografia apresentada à disciplina Prática de Ensino de Ciências e Biologia II, do curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Professor Dr. José Ronaldo dos Santos

Orientador

Professora Dr^a. Livia de Rezende Cardoso (UFS)

1º Examinador

Professora MSc. Daniela Santos Machado

2º Examinador

Dedico a minha mãe Flora, e meu orientador Ronaldo por tudo que eles representam, e a todos que fizeram parte da minha formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente, por sempre estar comigo.

A minha mãe Flora, que durante todo o tempo se fez presente na minha graduação, mesmo não entendendo nada do que eu estudava. A ela, deixo meu mais sincero amor.

A meu orientador, amigo e companheiro, José Ronaldo dos Santos, que durante todo o tempo me instruiu no caminho da Ciência, e me ensinou como ser um melhor pesquisador, observador e, no final, no trabalho de conclusão de curso, ainda perdeu noites e datas comemorativas comigo para que meu trabalho ficasse digno. A ele, meu melhor obrigado.

A Edson de Rezende Santos, meu Coorientador e amigo, que teve muita paciência em devolver várias versões desse trabalho, sempre me ajudando a ligar melhor as ideias.

A Katty Anne Amador de Lucena Medeiros, que na minha iniciação científica sempre quis ver meu crescimento, e por isso me guiava no que fazer.

A Lívia Cristina Rodrigues Ferreira Lins, pela correção do texto.

A toda minha família, Dona Raimunda (mãe também), Yara, Branca, Jefferson, Rodrigo, e o pequeno Cauã, que sempre torceram por mim e estavam ao meu lado.

A minha namorada Janice, que crescemos juntos nos últimos meses, em maturidade e projeções para o futuro, sabendo dividir os pensamentos.

A meu amigo Marcelo, que juntos dividimos tristezas e felicidades ao longo do curso, principalmente com nossos trabalhos em grupos de uma pessoa só.

Aos laboratórios LNFS/LaNCE, que por 5 anos me incentivaram a crescer no mundo acadêmico.

A turma da biologia e a todos que ao longo dos meus anos, contribuíram para que eu tivesse um estudo de qualidade e um pensamento no futuro.

“Quando os homens seguirem cegamente a verdade, lembre-se... nada é verdade. Quando estiverem limitados pela moralidade ou pela lei, lembre-se... tudo é permitido. Trabalhamos nas trevas para servir a luz”. (Assassins creed, Oliver Bowden)

RESUMO

O ensino de Ciências e Biologia é caracterizado por abordar assuntos de genética, evolução, seres vivos no geral, além fazer o aluno compreender seu papel no meio ambiente. Para auxiliar na construção desses conhecimentos em sala de aula, o professor dispõe de metodologias como a tradicional, a ativa e ferramentas didáticas como TV, DVD, datashow, mapa conceitual, e outros. No entanto para que o docente escolha a melhor estratégia para ministrar sua aula, é necessário além de conhecer o perfil dos alunos, saber como essas ferramentas agem no sistema nervoso (SN) no que diz respeito a melhoria do aprendizado. A neurociência é a ciência que estuda o SN e desempenha um papel de grande importância, tanto para entender sobre o funcionamento do cérebro, quanto para utilizar essas informações, associadas à psicologia e a educação, no processo de ensino/aprendizagem. Baseado nisso, o presente trabalho objetivou fazer um levantamento bibliográfico sobre a neurociência e como esta pode ser utilizada como ferramenta em sala de aula para melhorar o processo de ensino aprendizagem. Como resultados, são apresentadas abordagens sobre ensino de Ciências e Biologia, processo de ensino e aprendizagem, Neurociência e Neurociência aplicada à educação. Trabalhos como esse podem ajudar aos professores de Ciências e Biologia a compreenderem sobre a necessidade de se conhecer um pouco mais sobre a neuroeducação e as potencialidades que ela pode trazer para a atividade profissional desses docentes.

Palavras-chave: Aprendizagem, Metodologias de ensino, Neuroeducação.

ABSTRACT

Science and Biology teaching is characterized by emphasis on genetics, evolution issues and living beings in general, besides to help students understand their role in environment. In order to support the knowledge construction in the classroom, the teacher can use different methods and approaches, such as traditional teaching, active learning and didactic tools like TV, DVD, datashow, conceptual map, and others. However, to choose the best strategy to teach, it is necessary not only to know the students profile but also to understand how these approaches affect the nervous system (NS) in terms of improving learning. Neuroscience is the scientific study of the NS and it plays a major role to understand how the brain works and how to use this knowledge, associated with psychology and education, to improve teaching / learning process. In this context, the present study aimed to perform a literature review in order to understand how the neuroscience can be used in the classroom to improve teaching-learning process. Thus, information about Science and Biology teaching approaches, teaching-learning process, neuroscience and neuroscience applied to education are discussed. The present research can help Science and Biology teachers to upgrade their knowledge about neuroeducation and give them some information that can be used to improve the quality teaching and learning methods.

Key-words: Learning, Teaching methodologies, Neuroeducation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pirâmide da aprendizagem de William Glasser. Adaptado de Glasser (1999).....	30
----------------------------------------------------------------------------------------	----

Sumário

1. Introdução.....	11
2. Objetivos.....	13
2.1. Geral:	13
2.2. Específico:.....	13
3. Metodologia	14
3.1. Caracterização do trabalho	14
3.2. Coleta de dados	14
3.3. Critério de inclusão e exclusão	14
4. Resultados.....	15
Referências.....	39

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências e Biologia, além de levar o aluno a compreender o cotidiano em que vive, ajuda-o a entender sobre as características e funcionamento dos seres vivos, bem como suas interações com o meio (ARAÚJO, 2014). Apesar de despertar a atenção pelo teor dos conteúdos, ensinar Ciência e Biologia é altamente desafiador, uma vez que essas áreas do conhecimento são formadas por temas, muitas vezes, abstratos. Para isso, o uso de uma grande diversidade de metodologias de ensino, pelo professor, faz-se necessário, pois sabe-se que a depender do conteúdo, diferentes habilidades sensoriais podem ser recrutadas no processo de aprendizagem (SENICIATO; CAVASSAN, 2004).

Com o intuito de promover um melhor entendimento dos mecanismos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, a Neuroeducação (NE) surge nas últimas décadas entre as áreas da Neurociência e tem alcançado cada vez mais adeptos. A NE une conhecimentos da neurociência que estão diretamente envolvidos com os processos mnemônicos da aprendizagem e da educação, que envolvem técnicas e processos já bem estabelecidos (OLIVEIRA; ROSSI, 2017).

Muitas vezes, os professores até se arriscam a sair das metodologias tradicionais e investir em aulas “dinâmicas” e “diferenciadas” e, mesmo assim, não atingem os objetivos estabelecidos para essas aulas. Rosa (2012), em sua pesquisa com professores de Biologia do Ensino Médio, relatou que estes sentem dificuldades ao preparar aulas mais dinâmicas em laboratórios ou pátio da escola, dificuldades essas que são: falta de tempo, burocracia ao reserva esses locais, e dificuldade em manter a atenção do aluno em um ambiente fora da sala, resultando em perda do rendimento previsto pelo docente. Esses resultados negativos podem estar relacionados não somente à dificuldade que os alunos apresentam para compreender determinados temas, mas também ao fato de não terem sido exploradas habilidades capazes de proporcionar um aprendizado mais efetivo (SILVA; SCHNETZLER, 2000).

Nesse sentido, a aplicação de conhecimentos de NE no processo de ensino e aprendizagem poderia favorecer melhores resultados para o ensino de Ciências e Biologia, no que tange principalmente aos conteúdos abstratos

dessas áreas. Para isso, os professores precisariam compreender as dimensões dos temas a serem ensinados e elencar as metodologias que explorem as mais diversas habilidades que favoreçam a compreensão do conteúdo. (DE OLIVEIRA, 2013).

Sendo assim, o presente estudo objetivou compreender como os conhecimentos da Neurociência podem ser utilizados, em conjunto com a educação, na promoção de um ensino de Ciências e Biologia mais efetivo. Para isso, foi produzido um artigo sobre o tema em questão, no qual foram feitas abordagens sobre ensino de Ciências e Biologia, processo de ensino e aprendizagem, Neurociência e Neurociência aplicada à educação.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral:

-) Entender como os conhecimentos da Neurociência estão sendo utilizados em conjunto com a educação na promoção de um ensino de Ciências e Biologia mais efetivo.

2.2. Específico:

-) Observar como a diversificação metodológica está sendo utilizada no processo de ensino e aprendizagem de Ciências e Biologia;
-) Verificar como os conhecimentos em NE ajudam na promoção de um melhor aprendizado em Ciências e Biologia.

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização do trabalho

Este é um trabalho de pesquisa de caráter descritivo e informativo sobre as contribuições da Neurociência para o desenvolvimento de um processo de ensino e aprendizagem de Ciências e Biologia mais efetivo. Assim, inicialmente, é apresentada a problemática existente no ensino de Ciências e Biologia, como se dá o processo de aprendizagem levando-se em consideração o desenvolvimento do cérebro. Por fim, é apresentada uma caracterização geral da Neurociência e como os seus conhecimentos podem ser aplicados à educação para a promoção de uma prática pedagógica que visa uma aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos de Ciências e Biologia.

3.2. Coleta de dados

Para o levantamento de dados, foram utilizadas as bases de pesquisa: Scielo, Google Acadêmico, periódicos Capes e a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (TEDE). Na pesquisa, as palavras-chave utilizadas foram: Neurociência, educação, ensino de Ciências e ensino de Biologia.

3.3. Critério de inclusão e exclusão

Foram incluídos na pesquisa os trabalhos que envolviam pelo menos a associação de dois ou mais dos descritores mencionados anteriormente ou que fossem essenciais para auxiliar na compreensão de definições sobre o tema.

4. RESULTADOS

Como resultados, apresentaremos o artigo a seguir que envolve um levantamento bibliográfico sobre o tema. O mesmo segue uma formatação básica para publicação, contendo elementos essenciais na estruturação de um artigo científico, mas não segue as normas de uma revista em específico. Essa formatação será realizada após a banca realizar a avaliação e sugestões.

A NEUROCIÊNCIA COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

Neuroscience as a tool for teaching Science and Biology

Rodolfo dos Santos da Silva¹

Edson de Rezende Santos²

José Ronaldo dos Santos^{2,3*}

¹ Departamento de Biologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - SE, Brasil

² Programa de Pós-graduação em Ciências Fisiológicas, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - SE, Brasil

³ Departamento de Biociências, Universidade Federal de Sergipe - Campus Professor Alberto Carvalho, Itabaiana - SE, Brasil

*Autor para correspondência: Departamento de Biociências, Universidade Federal de Sergipe-Campus Professor Alberto Carvalho. Av. Vereador Olímpio Grande S/N, CEP: 49500-000, Itabaiana, SE, Brasil. Tel.: +55 79 34328222. E-mail: joseronaldosantos@gmail.com (J.R. Santos).

RESUMO

O presente artigo objetivou compreender como os conhecimentos da neurociência podem ser utilizados, em conjunto com a educação, na promoção de um ensino de Ciências e Biologia mais efetivo. Para o levantamento de dados, foram utilizadas as bases de pesquisa: Scielo, Google Acadêmico, periódicos Capes e a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (TEDE). Na pesquisa, as palavras-chave utilizadas foram: Neurociência, educação, ensino de Ciências e ensino de Biologia. Foram incluídos na pesquisa os trabalhos que envolviam pelo menos a associação de dois ou mais dos descritores mencionados anteriormente ou que fossem essenciais para auxiliar na compreensão de definições sobre o tema. Como resultados, são apresentadas abordagens sobre ensino de Ciências e Biologia, processo de ensino e aprendizagem, Neurociência e Neurociência aplicada à educação. Trabalhos como esse podem ajudar aos professores de Ciências e Biologia a compreenderem sobre a necessidade de se conhecer um pouco mais sobre a neuroeducação e as potencialidades que ela pode trazer para a atividade profissional desses docentes.

Palavras-chave: Aprendizagem, Neuroeducação, Metodologias de ensino

ABSTRACT

This article aimed to understand how the Neuroscience knowledge can be used, associated with education, to improve Science and Biology teaching approaches. Literature review was conducted using the following databases: Scielo, Google Academic, Capes journals and the Digital Library of Theses and Dissertations (DLTD). The search was performed using the following keywords: Neuroscience, education, Science teaching and Biology teaching. Inclusion criteria for the review were studies that involved association of two or more of the descriptors mentioned above or that were essential to help us understand of definitions on the subject. As results, there are presented some approaches of Science and Biology teaching, teaching-learning process, Neuroscience and Neuroscience applied to education. This study can help Science and Biology teachers to upgrade their knowledge about neuroeducation and give them some information that can be used to improve the quality of teaching and learning methods.

Key-words: Learning, Neuroeducation, Teaching methodologies

INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências e Biologia nas escolas tem como um de seus principais objetivos levar o estudante a compreender sobre os seres vivos, as relações existentes entre eles e o meio ao qual se inserem, em uma perspectiva evolutiva (KRASILCHIK, 2004). Durante esse processo, um dos maiores desafios do professor é trabalhar com os temas abstratos que essas disciplinas possuem, como Biologia Molecular e Evolução (GREGÓRIO; OLIVEIRA; MATOS 2016; MARTIGNAGO, 2017).

Para promover a construção dos conceitos e conhecimentos científicos inseridos nessas disciplinas/matérias, o professor dispõe de vários recursos didáticos, diversas opções de metodologias e atividades para facilitar o processo de ensino e aprendizagem (SENICIATO; CAVASSAN, 2004; OLIVEIRA; FILHO, 2013; CAMPOS; SILVA, 2018). Desse modo, os professores podem utilizar desde as clássicas aulas expositivas, a modelos didáticos, simulações, excursões (visitas a espaços não-formais de ensino), debate, demonstrações, aplicação de jogos lúdicos e aulas práticas (PEDROSO, 2009; MATOS *et al.* 2009).

O professor, ao preparar uma aula de Ciências ou Biologia, precisa levar em consideração diversos fatores para que esta seja aproveitada ao máximo em termos de aprendizagem por parte dos discentes. Esses fatores envolvem: qual o objetivo da aula, tempo disponível para esta, tipo de metodologia a ser empregada e ferramenta didática utilizada. Ele deve ser reflexivo e decidir quais recursos e metodologias melhor se adequam à turma. Sendo assim, a primeira etapa consiste em traçar o objetivo da aula, levando em conta o que se espera obter como resultados. Tudo isso deve ser idealizado e realizado com ênfase em

como os conteúdos serão abordados nas aulas, no tempo e nos recursos disponíveis e, por último, nos aspectos cognitivos e comportamentais dos discentes (CASTRO; TUCUNDUVA; ARNS, 2008).

Tem sido demonstrado, na literatura, que quanto maior o número de habilidades e funções sensoriais exploradas nos alunos, ao longo do processo de ensino e aprendizagem, melhor o resultado obtido (MUNIZ, 2014). Na tentativa de compreender esses mecanismos biológicos por trás do aprendizado, que inclui memória e linguagem, e aplicar a educação, surge a NE, que tem por definição uma Ciência que une conhecimentos da neurociência, psicologia e educação com o propósito de desenvolver melhores estratégias de ensino em sala de aula (FILIPIN *et al.* 2016).

Esta corresponde a uma área da Neurociência que tem crescido e atraído cada vez mais pesquisadores e educadores, a fim de gerar mudanças concretas no processo de ensinar e aprender (OLIVEIRA; ROSSI, 2017).

A aplicação do conhecimento obtido na área da NE, principalmente nos temas abstratos de Ciências e Biologia, pode favorecer de forma efetiva a consolidação dos conteúdos. Entretanto, para isso, os professores precisam compreender as dimensões dos temas a serem ensinados e elencar as metodologias que explorem as mais diversas habilidades que favoreçam a compreensão do conteúdo (SILVA; SCHNETZLER, 2000; DE OLIVEIRA, 2013).

Sendo assim, o presente estudo objetivou compreender como os conhecimentos da Neurociência podem ser utilizados, em conjunto com a educação, na promoção de um ensino de Ciências e Biologia mais efetivo.

DELINEAMENTO DA PESQUISA

Este é um trabalho de pesquisa de caráter descritivo e informativo sobre as contribuições da Neurociência para o desenvolvimento de um processo de ensino e aprendizagem de Ciências e Biologia mais efetivo. Assim, inicialmente, é apresentada a problemática existente no ensino de Ciências e Biologia, como se dá o processo de aprendizagem levando-se em consideração o desenvolvimento do cérebro. Por fim, é apresentada uma caracterização geral da Neurociência e como os seus conhecimentos podem ser aplicados à educação para a promoção de uma prática pedagógica que visa uma aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos de Ciências e Biologia.

Para o levantamento de dados, foram utilizadas as bases de pesquisa: Scielo, Google Acadêmico, periódicos Capes e o Banco de Teses e Dissertações da Capes (TEDE). Na pesquisa, as palavras-chave utilizadas foram: Neurociência, educação, ensino de Ciências e ensino de Biologia.

Foram incluídos na pesquisa os trabalhos que envolviam pelo menos a associação de dois ou mais dos descritores mencionados anteriormente ou que fossem essenciais para auxiliar na compreensão de definições sobre o tema.

ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

Estudos realizados no campo do ensino de Ciências e Biologia têm demonstrado que existe uma grande dificuldade de os alunos compreenderem os assuntos que envolvem essas matérias (SILVA; MORAIS; CUNHA, 2011). Para a educação, a causa desse fato, é que o ensino de Ciências e Biologia é tratado de maneira que o torna desmotivante, sendo muitas vezes focado na

memorização e reprodução de conceitos e processos (JANN; DE FÁTIMA LEITE, 2010).

Lima e Vasconcelos (2006), relatam que além da dificuldade de os alunos entenderem assuntos abstratos de genética, como por exemplo o conceito de gene, a falta de material didático dificulta ainda mais a compreensão. Orlando *et al.* (2009) corroboram a ideia de que existem assuntos abstratos nesse ensino, a exemplo disso, estudar estruturas celulares ou moleculares se torna difícil para o estudante, além de possuir muitos termos e conceitos. A partir desse ponto de vista, a questão que se coloca é: como ensinar Ciências e Biologia nas escolas tornando-as interessantes e de fácil compreensão?

O ensino, de maneira geral, sempre foi fundamentado na apresentação teórica de conteúdos, em uma relação unidirecional, na qual o primeiro é tido como detentor do conhecimento a ser transmitido para o segundo (FREIRE, 1987). A Ciência quando ensinada desta forma, com sua vastidão de conceitos, termos e conhecimentos, é falha quando se pensa em transformar o estudante em um ser pensante, crítico e questionador, já que ao final, esses processos serão refletidos em sua vida pessoal, profissional e, acima de tudo, em sociedade. (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Segundo Possobom, Okada e Diniz (2003), o ensino de Ciências e Biologia vem sendo modificado ao longo do tempo, tanto do ponto de vista curricular, quanto metodológico, a fim de transformar a metodologia tradicional (aquela em que o educador fala e o educando escuta, memoriza e repete), em uma metodologia mais ativa e construtivista, onde há uma maior interação professor-aluno, permitindo assim uma aprendizagem significativa do conhecimento científico para ambos os lados.

Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem significativa é quando o aluno consegue associar novas informações com as existentes em sua estrutura cognitiva. Para este autor, se o aluno é capaz de, com as informações que foram aprendidas, explicar vários cenários que necessitem desse conhecimento, significa que este conseguiu criar conexões entre as informações de maneira significativa e não somente para explicar o cenário que está sendo apresentado pelo docente por exemplo.

Para que o aluno possa fazer essas conexões e apresentar uma aprendizagem significativa, é necessário levar em consideração que existem fatores internos e externos ao aluno, que podem influenciar seu aprendizado. Esses fatores se dividem em duas categorias: a *intrapessoal* e a *situacional*. A primeira diz respeito ao conhecimento prévio que o aluno deve possuir, sendo esse necessário para entender assuntos mais complexos. A segunda é referente a como o meio influencia o processo, podendo favorecer ou não a aprendizagem (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980). Como exemplo, pode-se imaginar que para o aluno compreender evolução das espécies, é necessário antes saber como os grupos de seres vivos estão divididos, como funciona a reprodução, mutação de genes e outros conteúdos diretamente relacionados. Se o aluno não entende esses conceitos, o aprendizado então se torna mecânico

Nessa perspectiva construtivista de produção de conhecimentos, favorecendo uma aprendizagem significativa, é importante ressaltar o trabalho de Mortimer (2000), sobre a abordagem dos perfis conceituais, no qual ele afirma que as salas de aula são lugares sociais complexos em que há uma heterogeneidade nos modos de falar e pensar. Ainda segundo o autor, os alunos podem chegar à escola com conhecimentos prévios ou não sobre a Ciência ou

um assunto que será construído em sala. Esse processo é denominado de perfil conceitual, pois uma mesma informação pode ter sido adquirida e/ou interpretada de forma distinta por cada indivíduo. O perfil conceitual pode ser dividido em (1) senso comum ou (2) estudo empírico.

Possobom, Okada e Diniz (2003), em um estudo realizado em um colégio público, utilizaram o laboratório local para a realização de aulas além de teóricas, práticas, que incluíam apresentações e experimentos. Nesse estudo incluía o 7º, 8º e 9º do Ensino Fundamental e o 3º ano do Ensino Médio. Alguns dos assuntos abordados foram: fotossíntese, água, eletricidade, decomposição de lixo e estruturas das plantas. Ao final desse estudo, os autores puderam observar que com a utilização do laboratório, os alunos tiveram maior interesse em aprender o conteúdo do que somente com as aulas teóricas, e que devido a isso a aprendizagem pôde ser mais efetiva.

Hoffmann e Scheidt (2007), ao analisarem os livros didáticos que são utilizados pelas escolas do município de São Luiz Gonzaga no Rio Grande do Sul, observaram que estes possuem em seus assuntos analogias que facilitam o aprendizado do aluno. A exemplo disso tem-se que quando o conteúdo é sobre alimentos, o livro faz analogia como combustível para o corpo, ou quando vai abordar sobre o DNA, utiliza a analogia de uma escada em que os nucleotídeos são os degraus. Os autores deste trabalho observaram ainda que quando o livro didático utiliza essas analogias, promove um melhor aprendizado, dado que utiliza de analogias locais ou que o aluno supostamente já ouviu sobre (como é o exemplo da escada ou do combustível).

Por meio dessas e de outras metodologias, o docente pode apresentar conteúdos de maneira estimuladora, favorecendo assim o processo de

aprendizagem do aluno. A tradicional aula expositiva é fundamental já que existem assuntos envolvendo muitos termos, conceitos e processos, mas esta poderia ser uma forma introdutória de abordar um tema. Logo em seguida seria dado espaço a metodologias como as citadas anteriormente para estimular o aluno a pensar sobre o que está sendo discutido.

Em síntese, é necessário o docente ter em mente que uma aula de Ciências ou Biologia, baseada somente em definições e teorias, torna-se chata e desestimulante para os estudantes, fazendo-se necessário o uso da diversificação metodológica para o ensino dessas disciplinas.

Há várias formas de o professor de Ciências e Biologia construir o conhecimento com seus alunos, quer seja utilizando laboratório, analogias com elementos que fazem parte do cotidiano do aluno, ou por meio de jogos didáticos (PEDROSO, 2009).

Apesar das variadas metodologias e ferramentas disponíveis para a construção de um conteúdo em sala de aula, é importante ressaltar que nenhum método é totalmente eficaz para proporcionar aprendizagem ao mesmo tempo em todos os alunos. Isso se deve ao fato de cada indivíduo possuir particularidades no processo de aprender, ou seja, o professor utilizar jogos didáticos, *datashow* ou laboratório, irá fazer com que alguns alunos compreendam o conteúdo, enquanto outros alunos terão resultado semelhante com o uso de mapa conceitual e estudo dirigido.

A exemplo disso tem-se o trabalho de Rosa (2012), no qual em seu estudo com professores, ela afirma que dentre as dificuldades encontradas para aplicação desse tipo de aula, uma delas é manter a atenção dos alunos no

conteúdo apresentado, já que eles acabam perdendo a concentração devido a conversas paralelas, gerando um decaimento no aprendizado.

Devido aos problemas enfrentados na aplicação de metodologias, existe na literatura, trabalhos que ajudam o docente, através da observação em sala de aula, decidir quais ferramentas poderia aprimorar o aprendizado nos alunos. Trabalhos estes como o de Laburu, Arruda e Nardi (2003), que falam sobre a importância de se utilizar diferentes metodologias para os alunos. Segundo esses autores, o pluralismo metodológico se baseia em encontrar uma metodologia ou ferramenta que melhor se adeque ao aluno. Como existem vários tipos de alunos dentro de uma sala de aula, com perfis que vão desde o tímido, ao agitado, eloquente, curioso, detalhista, quieto, sociável, e outros, é necessário que as metodologias em sala sejam diversificadas para que possa alcançar esses tipos. Dentre os tipos de metodologias e ferramentas podemos destacar: aprendizagem por pares, aprendizagem baseada em problemas, rotação por estação, utilização de jogos lúdicos, maquetes e debates.

Na tentativa de compreender como o cérebro aprende frente a essas ferramentas, surge um campo na ciência denominado NE. Este, em associação com a psicologia e educação, permite que novas ferramentas sejam criadas ou as existentes sejam aprimoradas, a fim de obter um melhor aprendizado em sala de aula. (ROSAT, *et al.* 2010).

PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Ensinar é um processo que possibilita ao aluno o desenvolvimento de habilidades e a aquisição de conhecimentos acerca do mundo e sobre si (KUBO; BOTOMÉ, 2001). Aprender, no âmbito do ensino, é um processo de assimilação

de conhecimentos específicos e modos de ação física e mental (LIBÂNEO, 1994). Portanto, ainda segundo Libâneo, ensinar e aprender são verbos que exprimem um processo dinâmico, por meio do qual o professor conduz e planeja o processo de ensino a fim de promover condições para a aprendizagem do discente.

Nas escolas, à medida que os alunos avançam nas séries, os assuntos vão exigindo um nível maior de conhecimento prévio, capacidade de abstração e reforço do que está sendo aprendido (DE ANDRÉ, 2013). Com base nisso, Piaget (2013) observou que, conforme a criança cresce, seu cérebro se torna mais apto a receber novas e complexas informações. Assim, ele sistematizou o desenvolvimento cognitivo da criança em 4 estágios: 1) sensório-motor, 2) pré-operacional, 3) operatório concreto e 4) operatório formal. O primeiro estágio, de 0 a 2 anos de idade, caracteriza-se pela utilização das habilidades sensoriais e motoras para conhecer o mundo ao seu redor e responder de forma reflexa aos estímulos do meio. Nessa fase, as principais áreas cerebrais atuantes são os córtices visual, motor e auditivo. O segundo estágio de desenvolvimento cognitivo piagetiano compreende de 2 a 7 anos e é nesse momento que a criança desenvolve a inteligência simbólica e a imaginação (começa a exercitar áreas como o córtex pré-frontal associada a regiões que organizam a imaginação), além do desenvolvimento da fala, escrita e percepção global do meio externo. No terceiro estágio, dos 7 aos 11 anos, a criança desenvolve noções espaciais e a capacidade de raciocínio lógico. É a fase em que a criança consegue realizar atividades mais concretas, entender a reversibilidade, e outros assuntos. No último estágio, a partir dos 12 anos, a criança atinge um estágio mais elevado de desenvolvimento, no qual ela consegue pensar de forma abstrata e hipotética

sobre situações-problema, ou seja, torna-se capaz de discutir e entender sobre valores morais e teorias científicas, por exemplo.

Apesar desses estágios terem sido estabelecidos, Ferracioli (1999) aponta que esses valores são baseados em médias e não em valores fixos. Ao se observar uma criança ou aluno, é necessário se pensar que este pode ter entre 2 e 7 anos e não, necessariamente, estar no estágio pré-operacional, e nem que um adolescente, imediatamente ao completar 12 anos, estará no operatório formal. Ainda segundo o mesmo autor, a combinação entre ambiente e genética é um dos fatores que pode interferir nesse processo, o que naturalmente proporciona uma variabilidade de comportamentos entre indivíduos de mesma idade.

Esses conhecimentos sobre os estágios do desenvolvimento cognitivo da criança desenvolvidos por Piaget revolucionaram a maneira como as didáticas são aplicadas em sala de aula (CUNHA, 1973). Para Carraro (2002), as ideias piagetianas foram utilizadas também na construção e modificação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), como por exemplo a escrita e leitura, que passaram a atender mais as necessidades das crianças, respeitando seu tempo de aprendizado e o estágio em que ela se encontra.

É importante ressaltar que a cada estágio que a criança avança, ela desenvolve maior intelecto e aprimora mais habilidades sensoriais e motoras. Desse modo, é essencial que para cada nova tarefa realizada, um número maior de sentidos e áreas cerebrais sejam estimuladas. (PIAGET, 2013) Por isso se torna importante a diversificação metodológica no âmbito do ensino, desde que se saiba quais metodologias podem ser aplicadas, tendo como base o desenvolvimento e maturidade dos alunos (PIAGET, 1973).

No que tange ao processo de aprendizagem em sala de aula, o psiquiatra americano William Glasser tem um importante destaque, uma vez que suas teorias foram aplicada à educação. Em um dos seus trabalhos, Glasser (1999) corrobora com Freire (1987), Rosso e Taglieber (1992), onde afirmam que a aprendizagem será significativa quando a prática pedagógica deixar de ser um processo mecanicista e tecnicista de memorização de conteúdos para um no qual o aluno é o agente principal do processo ensino e aprendizagem. Em sua pesquisa, Glasser reforça ainda mais a ideia do uso da diversificação metodológica na promoção do processo ensino e aprendizagem mais efetivo. Nesse sentido, ele apresenta e explica o grau de aprendizagem quando se leva em consideração a técnica e/ou metodologia utilizada (pirâmide de aprendizagem de William Glasser – **FIGURA 1**). Para o pesquisador, ao lermos um conteúdo, somente 10% é assimilado. Esse percentual aumenta para 20% quando escutamos e para 30% quando observamos. Ao ver e escutar, o aprendizado é mais efetivo, sendo assimilado 50% do conteúdo.

Ainda de acordo com a pirâmide da aprendizagem de Glasser, o aprendizado torna-se mais efetivo, em torno de 70%, quando o conteúdo é discutido, 80% quando é posto em prática e 95% quando o aluno ensina o que aprendeu. Essa alta eficácia na aprendizagem, por meio dessas diferentes estratégias, está de acordo com o que propõem as metodologias ativas, fundamentadas em um processo de ensino e aprendizagem focado no desenvolvimento autônomo do aprendiz (GOUVÊA, 2016).

Diante dos dados apresentados por Glasser, constata-se que a metodologia tradicional, na qual há apenas uma exposição teórica do conteúdo de forma unidirecional, é pouco eficaz quando se propõe uma aprendizagem

significativa. O processo de ensino e aprendizagem torna-se chato, desestimulante e enfadonho quando nas metodologias de ensino exploram-se apenas umas das habilidades, como ler, escutar ou ver (MEDEIROS 2018; LÁZARO; SATO, 2018). Isso acaba comprometendo o cumprimento de alguns dos objetivos que o Ensino de Ciências e Biologia tentam alcançar, que além dos já citados, incluem: elevar o conhecimento sobre o corpo humano, desenvolver um cuidado sustentável para a natureza e refletir sobre as teorias que tentam explicar a vida.

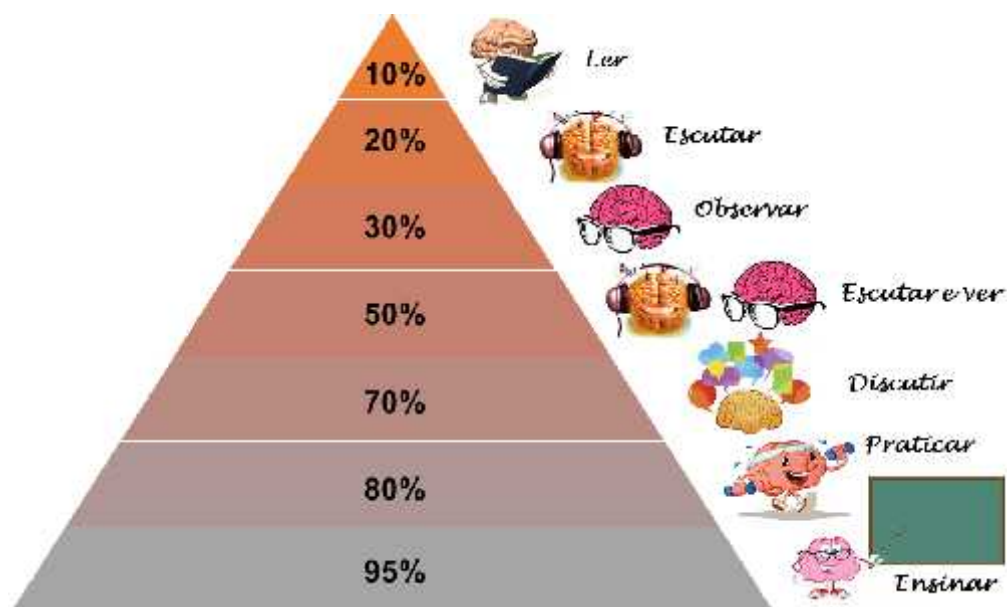


Figura 1: Pirâmide da aprendizagem de William Glasser. Adaptado de Glasser (1999).

Inseridos nesse contexto, estão as aulas fundamentalmente tradicionais das disciplinas de Ciências e Biologia. Muitos assuntos dentro dessas disciplinas se tornam abstratos e incapazes de serem compreendidos de maneira satisfatória somente pela leitura ou observação dos alunos. Como exemplo, a síntese de proteínas, por ser algo microscópico, dificulta a visualização por parte do aluno, é um conteúdo que, na maioria das vezes é transmitido, em sala de

aula, com a utilização apenas do livro didático na mão do docente e dos alunos. Gregório, Oliveira e Matos (2016), em seu estudo, reconheceram que apesar desse assunto ser abstrato, ele pode ser melhor compreendido através da utilização, por exemplo, de simuladores computacionais para visualizar a síntese de proteínas. Nesse sentido, ainda segundo estes autores, se forem dadas oportunidades aos alunos para participarem de forma ativa de seu aprendizado, eles poderão desenvolver um pensamento crítico sobre o que está sendo abordado. Esse pensamento crítico inclui refletir sobre o conteúdo que está sendo construído em sala e encontrar sentido por trás das teorias e explicações sobre o surgimento da vida. Outra forma de desenvolver o pensamento crítico no aluno, é fazê-lo criar suas próprias teorias para explicar algo, e então através do diálogo, apontar os pontos positivos e negativos dessa teoria.

Outro assunto no qual são notórias as dificuldades de aprendizagem é a Evolução e a compreensão de como os seres vivos surgiram, como foram estabelecidas as modificações nesses seres, e quantos milhões de anos esses processos levaram para serem estabelecidos. Em uma aula expositiva e dialogada, Martignago (2017), observou que os alunos aprenderam menos do que quando um jogo lúdico foi aplicado associado às aulas expositivas. Esses resultados corroboram a pirâmide de Glasser (GLASSER, 1999)

NEUROCIÊNCIA

A Neurociência pode ser definida como a Ciência que estuda o sistema nervoso (SN) (LENT, 2010). É uma das áreas de pesquisa que mais cresce no mundo, bem como a que tem maior divulgação nas mídias sociais (COTA; MACIEL, 2018; ARANHA, 2014). Foi nas últimas décadas do século XX que

houve um crescimento significativo na produção de conhecimentos relacionados à Neurociência, principalmente nos anos 90, conhecidos como a “Década do Cérebro” devido à intensa investigação da estrutura, função e desenvolvimento do SN (MARINO, 1991).

Como objeto de estudo da Neurociência, o SN é importante porque ele controla a homeostase corporal por influência e/ou controle direto sobre os demais sistemas do corpo (CAMPOS; DOS SANTOS; XAVIER, 1997). Nesse sentido, ele pode ser estudado dentro de 5 grandes áreas na qual a neurociência está dividida, sendo elas: 1) Neurociência molecular (neuroquímica), que estuda o papel das moléculas de importância fisiológica no SN; 2) Neurociência celular (neurocitologia), focada no estudo das células que constituem o SN, bem como sua estrutura e função; 3) Neurociência sistêmica, cujo estudo abrange populações de células nervosas que se agrupam e formam sistemas funcionais; 4) Neurociência comportamental, encarregada de entender as bases biológicas do comportamento, fenômenos psicológicos e emocionais e 5) Neurociência cognitiva, responsável pelo estudo das capacidades mentais, como linguagem e memória (LENT, 2010).

Hoje, frente aos grandes avanços tecnológicos, sabe-se muito acerca dos mecanismos que regem o funcionamento do SN e, por consequência, entendemos, em maior ou menor grau, sobre os mais variados tipos de comportamentos dos diversos grupos animais vertebrados e invertebrados (PFANNKUCHE; BOUMA; GROOTHUIS, 2008; MENDL; PAUL; CHITTKA, 2011) Anatomicamente, o SN é dividido em duas porções: 1) sistema nervoso periférico (SNP), constituído pelos nervos, gânglios e terminações nervosas, cuja função é veicular as informações do meio interno e externo ao corpo para a

porção central do SN e 2) sistema nervoso central (SNC), formado pelo encéfalo (cérebro, tronco encefálico e cerebelo) e medula espinal, responsáveis por receber as informações do SNP, processá-las e elaborar respostas adequadas (BERNE; KOEPPEN; STANTON, 2009).

Assim como os demais tecidos do corpo, o SN é constituído por um grande conjunto de células, denominadas de neurônios, que recebem, geram e propagam informações na forma de sinais elétricos (potenciais de ação – PA) e a neuroglia, conjunto de várias células cuja função é manter a homeostase do parênquima encefálico. Diante desses conceitos das diversas áreas da neurociência, pode-se dizer, portanto, que o seu objetivo é entender como a passagem de sinais elétricos através de uma rede de mais de 100 bilhões de neurônios interconectados nos torna quem somos, como agimos, pensamos, percebemos, lembramos e aprendemos (KANDEL, 2014; BEAR; CONNORS; PARADISO, 2008).

Quando se pensa em funções e/ou comportamentos mais bem elaborados ou complexos como a cognição, memória, linguagem e aprendizagem, por exemplo, o substrato biológico de estudo específico é o encéfalo (ROSEN *et al.* 2018; JERNIGAN; BROWN; DOWNLING, 2018). O entendimento de que o cérebro é o órgão onde se localiza a mente e é o responsável pelo nosso comportamento data de muito tempo atrás.

Segundo Finger (1994), as primeiras civilizações já observavam que traumas na região da cabeça produziam perda de consciência, morte ou mudança de comportamento das pessoas. Esse autor ainda relata que fósseis pré-históricos possuíam marcas de mutilação no crânio (trepanação craniana – processo que consistia em abrir orifícios na cabeça com fins terapêuticos),

indicando que esses primeiros homens, apesar de não compreenderem, entendiam que nessa região possuía um centro de comando para o corpo, hoje conhecido como encéfalo.

Com o desenvolvimento tecnológico, avançaram também os conhecimentos na área da Neurociência. Ou seja, além de compreender a estrutura macro e microscópica do encéfalo, bem como os seus mecanismos básicos de funcionamento, o homem encontrou formas de manipulá-lo por meio de técnicas laboratoriais e/ou farmacológicas (DOS SANTOS; LANDEIRA-FERNANDEZ, 2010). Muitos estudos realizados no campo da Neurociência ajudaram a entender hoje como vários processos fisiológicos do encéfalo ocorrem, como a memória, por exemplo, uma função cognitiva extremamente importante para o desenvolvimento do eu, da forma como o indivíduo interpreta o mundo e, por consequência, da aprendizagem (KANDEL; SQUIRE, 2003).

Devido a essas e outras informações que foram sendo adquiridas ao longo dos estudos em Neurociência, viu-se a necessidade de utilizar esses conhecimentos para que o aprendizado fosse melhorado nas escolas, já que a fase da infância e adolescência são os períodos em que o cérebro está em constante transformação e aprimoramento (FREIRE, 1997; PIAGET, 2013).

NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO

Os conhecimentos gerados no campo da neurociência possibilitaram a criação e o desenvolvimento de uma nova área da ciência, a NE, por meio da qual o conhecimento neurocientífico é aplicado à educação e ao processo de ensino e aprendizagem (MAIA, 2011; MORA, 2012). Portanto, o objetivo geral da NE é compreender como o encéfalo aprende, ou seja, desvendar os

mecanismos neuronais envolvidos na aprendizagem e, dessa forma, otimizar as práticas pedagógicas de ensino (DE OLIVEIRA, 2013; FILIPIN *et al.* 2016).

Do ponto de vista da Neurociência, a prática pedagógica e, por consequência, o processo de ensino e aprendizagem, podem ser aprimorados quando o educador compreende, de forma geral, a anátomo-fisiologia do SN, como por exemplo: a) qual o papel do hipocampo nos processos de formação e consolidação de memórias, o que lhe permite utilizar diferentes técnicas e/ou metodologias de ensino para garantir um aprendizado significativo (SEIBERT; GROENWALD, 2014) a exemplo disso temos os jogos da memória que promovem uma ativação do hipocampo podendo levar a uma melhor consolidação dos conteúdos aprendidos em sala de aula (RAMOS, LORENSET, 2016); b) as vias neurais que regem a leitura e a escrita, possibilitando o uso de diferentes estratégias para estimular o córtex visual, auditivo e motor na codificação e decodificação de formas de letras e sons (SILVA, 2012); c) o papel do sistema límbico no processamento das emoções, compreendendo portanto que o estado cognitivo e emocional do discente, bem como o meio social em que ele vive, interferem diretamente na sua aprendizagem (LONGHI; BERTCH; BEHAR, 2007); d) a importância do córtex pré-frontal na realização de funções executivas e tomadas de decisões frente aos diversos estímulos do ambiente educacional (CORSO, *et al.* 2013).

É importante ressaltar que a Neurociência não vem para trazer uma nova pedagogia, mas tentar auxiliar os problemas e dificuldades do processo ensino e aprendizagem. Seu papel é auxiliar na fundamentação da prática pedagógica, evidenciando que são mais eficazes as estratégias de ensino que respeitam a

forma de funcionamento do cérebro (DOS SANTOS; SOUZA, 2016; NAVEGANTE, 2016).

Para Salas (2007), o professor que utiliza os conhecimentos da Neurociência para melhorar o processo ensino e aprendizagem, consegue obter melhores resultados do que os que não utilizam. Algumas das técnicas citadas pelo autor para isso são: utilizar o humor e analogias quando os assuntos são apresentados aos alunos, fazer pequenos exercícios de respiração com os estudantes para oxigenar o cérebro e caminhar dentro do espaço da sala para se aproximar de todos os discentes. Quanto mais estímulos é dado ao cérebro, melhor a aprendizagem e melhor as conexões que podem ser criadas tanto entre os alunos, como entre o professor e os alunos.

Esses estímulos poderiam, por exemplo, tornar as aulas de Evolução, Genética e Fisiologia, que são considerados assuntos difíceis, mais atrativas para a atenção dos alunos e proporcionar um melhor aprendizado (VILHENA *et al.* 2010).

Matos *et al.* (2009), em um conteúdo sobre entomologia, mostraram que por meio da utilização de modelos didáticos feitos de *biscuit* ou *epóxi*, os alunos podem aprender de maneira mais significativa sobre as características e morfologia dos insetos, já que além de ler e ouvir sobre esse assunto, os discentes ao confeccionarem seus próprios modelos, vão se familiarizando com as estruturas construídas. A aplicação dessa e outras metodologias geram a ativação de várias áreas do SN, o que leva a uma melhor construção dos conceitos e fixação na memória (LENT, 2010; BICA; CARPES; ROEHRS, 2018). A mesma metodologia pode ser aplicada em diversas outras aulas de Ciências e Biologia.

Silva (2016), ao apresentar o conteúdo sobre sistema nervoso a alunos do 2º ano de biologia do Ensino Médio (assunto esse tido como abstrato dado como se divide o cérebro e como são os neurônios), utilizou 3 metodologias diferentes para que ajudasse no processo de ensino e aprendizagem. Uma dessas metodologias foi um quebra-cabeça, onde a imagem final era um neurônio mielinizado com o nome de cada estrutura de um neurônio. Ao final da aula, essa metodologia foi avaliada pelos alunos que participaram (n=24), tendo sido classificada como potencializadora no aprendizado sobre SN.

Durante o processo de aprendizado, uma nova informação é captada ou modifica uma pré-existente. Izquierdo (2001) relata que o córtex-pré-frontal tem um papel importante nesse processo, uma vez que essa estrutura participa, juntamente ao hipocampo, do processo de formação e evocação de memórias.

Rossignolo *et al* (2017) sabendo das dificuldades encontradas no ensino de Ciências e Biologia quanto ao assunto de Vírus, propuseram uma metodologia ativa em sala de aula, onde os alunos tiveram que confeccionar modelos de vírus baseado em pesquisas realizadas em livros e na internet. Ao final desse processo, os alunos apresentaram para seus colegas os modelos que desenvolveram juntamente com as informações obtidas. A confecção de material envolve áreas do sistema nervoso como áreas visuais, sensoriais motoras, motoras, áreas de planejamento e emocionais. Ao preparar uma apresentação sobre o material que cada aluno preparou para os demais colegas em sala, além de todas essas áreas, núcleos envolvidos com processamentos cognitivos superiores, são recrutadas. A NE tem mostrado que a pirâmide de Glasser (1999) (**FIGURA-1**), tem respaldo no envolvimento do SN nesse processo.

Os docentes acabam promovendo um melhor ensino e aprendizado quando se utilizando de metodologias e ferramentas variadas, promove a estimulação de várias habilidades dos alunos, o que envolve a participação de uma grande variedade de estruturas do SN. Dessa forma, conhecer sobre o processamento biológico envolvido em cada uma das metodologias didáticas, associado às características individuais de cada aluno, poderá contribuir em um melhor delineamento das metodologias a serem empregadas pelo professor em sala de aula.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neurocientistas e Educadores estão cada vez mais desenvolvendo trabalhos que auxiliem o professor em sala de aula no âmbito do processo ensino e aprendizagem. Compreender como o SN aprende e como cada metodologia pode interferir no processo de aprender, pode facilitar os docentes na escolha de qual ou quais recursos didáticos metodológicos a serem utilizados em suas aulas. Apesar de o docente ter o desejo de realizar aulas diferenciadas utilizando diferentes metodologias e ferramentas, é necessário também compreender as limitações que cada uma delas apresentam e que não necessariamente irão alcançar todos os alunos e todos os perfis dentro da sala de aula. Trazendo para o cenário do ensino de Ciências e Biologias, essa prática poderá favorecer um melhor aprendizado dos alunos acerca, principalmente, dos temas abstratos dessas Ciências, como evolução, genética e células e suas estruturas.

Apesar de existir um expressivo número de trabalhos dentro dessa temática, ainda há muitos desafios a serem superados, o que envolve o estabelecimento de novas metodologias e/ou a aplicação das já existentes, de

forma eficiente. Nesse processo, em nenhum momento, devem ser esquecidas a diversidade e individualidade dos alunos.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

AGRADECIMENTOS

Essa pesquisa foi desenvolvida com apoio da Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa da UFS (POSGRAP).

REFERÊNCIAS

ARANHA, G. Webcomics, WebTV e Neurociências: A Escrita de Roteiros para a Web como Estratégia de Divulgação de Neurociências. **Mídias & Divulgação Científica**, p. 114. 2014.

ARAÚJO, W. S. de. Ensino de Biologia: Relação dos conteúdos com o cotidiano do aluno. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 1. Anais. Campina Grande. 2014.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 625 p.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.

BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. p. 13-14. Artmed Editora, 2008.

BERNE, R. M. B.; KOEPPEN B.; STANTON, B. A. Berne & Levy Physiology. 6^o edition. Philadelphia, PA: Mosby/Elsevier, 2009.

BICA, M. S. N; CARPES, P. B. M; ROEHRS, R. A neurociência e as múltiplas representações: possíveis convergências para o ensino de ciências. **Tear**: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia, v. 7, n. 2, 2018.

CAMPOS, A. de.; DOS SANTOS, A. M.G.; XAVIER, G. F. A consciência como fruto da evolução e do funcionamento do sistema nervoso. **Psicologia USP**, v.

8, n. 2, p. 181-226, 1997.

CASTRO, P. A. P. P.; TUCUNDUVA, C.C.; ARNS, E. M. A importância do planejamento das aulas para organização do trabalho do professor em sua prática docente. **ATHENA Revista Científica de Educação**, v. 10, n. 10, 2008.

CORSO, H. V.; *et al.* Metacognição e funções executivas: relações entre os conceitos e implicações para a aprendizagem. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 29, n. 1, p. 21-29, 2013.

COTA, V. R.; MACIEL, R. M. Tomando partido: um caso de influência de ideologia política na divulgação da neurociência. **Revista da Biologia**, v. 15, n. 1, p. 74-80, 2018.

CUNHA, M. A. V. **Didática fundamentada na teoria de Piaget**: a nova metodologia que veio revolucionar o ensino. Forense, 1973.

DE ANDRÉ, M. E. D. A. Avaliação escolar: além da meritocracia e do fracasso. **Cadernos de Pesquisa**, n. 99, p. 16-20, 2013.

DE OLIVEIRA, G. G. Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores. **Educação Unisinos**, v. 18, n. 1, p. 13-24, 2013.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

DOS SANTOS C F; LANDEIRA-FERNANDEZ, J. Alma, mente e cérebro na Pré-história e nas primeiras civilizações humanas. **Psicologia: reflexão e crítica**, v. 23, n. 1, p. 141-152, 2010.

FERRACIOLI, L. Aspectos da construção do conhecimento e da aprendizagem na obra de Piaget. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 16, n. 2, p. 180-194, 1999.

FILIPIN, G. *et al.* Formação continuada em neuroeducação: percepção de docentes da rede básica de educação sobre a importância da neurociência nos processos educacionais. **CATAVENTOS: Revista de Extensão da Universidade de Cruz Alta**, v. 8, n. 1, 2016.

FINGER, S. **Origins of neuroscience**: A history of explorations into brain function. New York: Oxford Press. 1994

FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. 17^a. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, v. 3, p. 36, 1987.

FREIRE, J. B. **Educação de corpo inteiro**: Teoria e Prática da Educação Física. São Paulo: Ed. Scipione, 1997

GLASSER, W. Teoria da escolha: uma nova psicologia da liberdade

peçoal . HarperPerennial, 1999.

GOUVÊA, E. P. *et al.* Metodologias ativas: uma experiência com mapas conceituais. **REGS-Educação, Gestão e Sociedade: revista da Faculdade Eça de Queirós**, v. 6, n. 21, 2016.

GREGÓRIO, E. A.; OLIVEIRA, L. G.; MATOS, S. A. Uso de simuladores como ferramenta no ensino de conceitos abstratos de Biologia: uma proposição investigativa para o ensino de síntese proteica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, p. 101-125, 2016.

HOFFMANN, M. B.; SCHEID, N. M. J. Analogias como ferramenta didática no ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 18-31, 2007.

IZQUERDO, I. **Memória**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

JANN, P. N.; LEITE, de F. M. Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 1, p. pp. 282-293, 2010.

JERNIGAN, T. L; BROWN, S. A; DOWLING, G. J. The Adolescent Brain Cognitive Development Study. **Journal of Research on Adolescence**, v. 28, n. 1, p. 154-156, 2018.

KANDEL, E. R.; SQUIRE, L. R. Memória: da mente às moléculas. **Porto Alegre: ArtesMédicas**, 2003.

KANDEL, E. R. *et al.* **Princípios de neurociências**. 5 ed. Brasil: MCGRAW-HILL, 2014.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. Edusp, São Paulo, 2004.

KUBO, O.M.; BOTOMÉ, S.P. Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais. **Interação**, Curitiba, v.5, p. 123-132, 2001.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, p. 247-260, 2003.

LÁZARO, A. C.; SATO, M. A. V.; TEZANI, T. C. R. **Metodologias ativas no ensino superior: o papel do docente no ensino presencial**. **CIET: EnPED**, 2018.

LENT, R. Cem bilhões de neurônios. Conceitos Fundamentais em Neurociência. 2ª. **Edição, Editora Atheneu**, 2010.

LIBÂNEO, J. C. **O processo de ensino na escola**. São Paulo: Cortez, 1994. P. 82-111.

LIMA, K. E. C.; VASCONCELOS, S. D. Análise da metodologia de ensino de ciências nas escolas da rede municipal de Recife. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação, Rio de Janeiro**, v. 14, n. 52, p. 397-412, 2006.

LONGHI, M. T.; BERCHT, M.; BEHAR, P. A. Reconhecimento de estados afetivos do aluno em ambientes virtuais de aprendizagem. **RENOTE: revista novas tecnologias na educação**. Porto Alegre, RS., 2007.

MAIA, Heber *et al.* Neuroeducação e ações pedagógicas. **Rio de Janeiro: Wak**, v. 4, 2011.

MARINO J. R. R. A década do cérebro. **Consultório Médico**, v. 6, p. 37-38, 1991.

MARTIGNAGO, D. C. Aplicação de um jogo como facilitador na aprendizagem de estudantes do Ensino Médio sobre Evolução Biológica. 2017.

MATOS, C. H. C. *et al.* Utilização de modelos didáticos no ensino de entomologia. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 9, n. 1, 2009.

MEDEIROS, L. P. *et al.* Reconhecendo a Microbiologia no nosso dia a dia pelo método PBL por estudantes do ensino médio. **LUMINÁRIA**, v. 19, n. 01, 2018.

MENDL M.; PAUL E.S.; CHITTKA L. Animal behaviour: emotion in invertebrates? **Curr Biol**. 2011.

MORA, F. Neuroeducação para ensinar e aprender melhor. **Revista Pedagógica Pátio**. Porto Alegre: Artmed, ano XVI, n. 61, 2012.

MORTIMER, E. F. Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências. UFMG, 2000.

MUNIZ, I. **Neurociência e os exercícios mentais**: estimulando a inteligência criativa. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2014. 200p.

NAVEGANTE, P. M. B. **Neurociência e os processos cognitivos**: práticas pedagógicas e perspectivas da aprendizagem no ensino de ciências nos anos iniciais. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências na Amazônia)- Universidade do Estado do Amazonas, Manaus. 2018.

OLIVEIRA, A. M. de.; FILHO, C. J. R. Uso pedagógico do data show no ensino de ciências. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE, Governo do Estado, Paraná, 2013.

OLIVEIRA, A. M.; ROSSI, M. S. NEUROEDUCAÇÃO: UM NOVO CONCEITO DE APRENDIZAGEM? | Moreira Oliveira | Revista UNIPLAC. **Revista Uniplac**, v. 5, 2017.

ORLANDO, T. C. *et al.* Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 7, n. 1, p. 1-17, 2009.

PEDROSO, C. V. Jogos didáticos no ensino de biologia: uma proposta metodológica baseada em módulo didático. In: **ANALES DE IX CONGRESSO**

NACIONAL DE EDUCAÇÃO (EDUCERE) & III ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE PSICOPEDAGOGIA. 2009. p. 3182-3190.

PURVES, D. *et al.* **Neurociências.** Porto Alegre: Artmed. 2010.

PFANNKUCHE, K. A.; BOUMA, A.; GROOTHUIS, T. G. **Does testosterone affect lateralization of brain and behaviour?** A meta-analysis in humans and other animal species. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 364(1519), 929-42. (2008).

PIAGET, J. **A psicologia da inteligência.** P. 123-149. Editora Vozes Limitada, 2013.

POSSOBOM, C. C. F.; OKADA, F. K.; DINIZ, R. D. S. Atividades práticas de laboratório no ensino de biologia e de ciências: relato de uma experiência. **Núcleos de ensino. São Paulo: Unesp, Pró-Reitoria de Graduação**, p. 113-123, 2003.

RAMOS, D. K.; LORENSET, C. C.; PETRI, G. Jogos educacionais: contribuições da neurociência à aprendizagem. **Revista X**, v. 2, n. 1, 2016.

ROSA, A. B. **Aula diferenciada e seus efeitos na aprendizagem dos alunos:** o que os professores de Biologia têm a dizer sobre isso? 2012.

ROSAT, R. M. *et al.* Emergência da Neuroeducação: a hora e a vez da neurociência para agregar valor à pesquisa educacional. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 1, p. pp. 199-210, 2010.

ROSEN, M. L. *et al.* The role of visual association cortex in associative memory formation across development. **Journal of cognitive neuroscience**, 30(3), 365-380. 2018

ROSSO, A. J.; TAGLIEBER, J. E. Métodos ativos e atividades de ensino. **Perspectiva**, v. 10, n. 17, p. 37-46, 1992.

SALAS, R. Educación y Neurociencia. **Cómo desarrollar al máximo las potencialidades cerebrales de nuestros educandos.** Asunción, PY: Universidad Americana, 2007.

SEIBERT, T. E.; GROENWALD, C. L. O. Contribuições da neurociências para a educação matemática de uma pessoa com necessidades educativas especiais intelectivas. **Revista Educação Especial**, v. 27, n. 48, p. 233-248, 2014.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências: um estudo com alunos do ensino fundamental. **Ciência & Educação (Bauru)**, p. 133-147, 2004.

SILVA, Ana Cristina Antunes. Aplicação do programa de neurociência: intervenção em leitura e escrita. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação Especial) - Escola Superior de Educação Almeida Garrett, Lisboa. 2012.

SILVA, L. H. de A.; SCHNETZLER, R. P. Buscando o caminho do meio: a "sala de espelhos" na construção de parcerias entre professores e formadores de professores de Ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 6, n. 1, p. 43-54, 2000.

SILVA, F. S. S. da; MORAIS, L. J. O.; CUNHA, I. P. R. Dificuldades dos professores de biologia em ministrar aulas práticas em escolas públicas e privadas do município de Imperatriz (MA). **Revista UNI, Imperatriz**, v. 1, n. 1, p. 135-149, 2011.

SILVA, A. S. Circuito do Sistema Nervoso: aplicação de jogos como estratégia de aprendizagem no ensino de Biologia. **Cadernos da Educação Básica**, v. 1, n. 2, p. 67-76, 2016.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. **Brazilian Journal of Computers in Education**, v. 18, n. 02, p. 04, 2010.

VILHENA, N. Q. *et al.* Modelos didático-pedagógicos: estratégias inovadoras para o ensino de biologia. **II Simpósio Internacional de ensino de Ciência e Tecnologia. artigo**, n. 196, 2010.